

⑤1

Int. Cl. 2:

H 01 L 21-306

①9 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 37 048 A1

①1

Offenlegungsschrift 24 37 048

②1

Aktenzeichen:

P 24 37 048.7

②2

Anmeldetag:

1. 8.74

④3

Offenlegungstag:

12. 2.76

③0

Unionspriorität:

③2

③3

③1

⑤4

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung von Halbleitertabletten mit definiertem Randprofil

⑦1

Anmelder:

Semikron Gesellschaft für Gleichrichterbau und Elektronik mbH,
8500 Nürnberg

⑦2

Erfinder:

Schäfer, Horst, Dipl.-Mineral, 8502 Zirndorf

⑤8

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-PS 8 23 470

FR 20 49 014

DT-AS 12 08 825

US 32 60 634

DT-AS 20 14 173

US 35 92 773

DT-OS 19 64 546

US 37 62 973

DT-OS 21 01 028

DT-Buch A.F.Bogenschutz, Ätzpraxis für

DT-OS 22 48 089

Halbleiter, Carl Hanser Verlag München (1967),
S. 36 und 37.

=FR 21 56 123

FR 14 37 640

DT 24 37 048 A1

2437048

SEMIKRON
Gesellschaft für Gleichrichterbau und Elektronik m.b.H.
8500 N U r n b e r g, Wiesentalstraße 40
Telefon 0911 / 37781 - Telex 06/22155

31. Juli 1974

PA - Bu/wl

I 137404

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON HALBLEITERTABLETTEN MIT DEFINIERTEM

RANDPROFIL

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Halbleitertabletten mit durch Ätzen erzielt, definierten Randprofil.

Bekanntlich können Halbleiterbauelemente hoher Sperrspannungsbelastbarkeit dadurch erzielt werden, daß der tablettenförmige Halbleiterkörper wenigstens in der Umgebung des oder der pn-Übergänge kegelstumpfförmig ausgebildet wird. Diese Formgebung bewirkt, daß die kritische Feldstärke an der Oberfläche über diejenige im Volumen des Halbleiterkörpers erhöht wird, und daß beim Einsatz unzulässige Überspannungen durch einen reversiblen Feldstärkedurchbruch im Volumen begrenzt werden.

Eine solche weiterhin als Randprofil bezeichnete Ausbildung wird bevorzugt im Zusammenhang mit der Herstellung der Halbleitertabletten durch Zerteilen großflächiger, diffundierter Ausgangsscheiben erzielt und beispielsweise durch Schleifen erreicht. Nach dem Schleifprozess muß durch Ätzen die beim Schleifen in ihrem Gefüge teilweise zerstörte Oberflächenschicht beseitigt werden, da andernfalls das gewünschte Betriebsverhalten der Bauelemente nicht gewährleistet ist.

Die Erzielung des Randprofils durch Schleifen und anschließendes Ätzen ist üblicherweise nur in aufwendiger Einzelbearbeitung bei Halbleitertabletten möglich, die als kreisscheibenförmige Ausschnitte aus einem groß-

509887/0610

- 2 -

flächigen Ausgangskörper nach dessen Zerteilung in bekannter Weise durch Ultraschallbohren, Sandstrahlen oder gezieltes Durchhülsen vorliegen.

Die Fertigung von Halbleitertabletten mit gewünschtem Randprofil in dieser Weise erfordert mit mehreren Verfahrensschritten einen hohen Zeitaufwand und bringt einen erheblichen Materialverlust mit sich.

Nun ist es erwünscht, zur rationellen Fertigung von Halbleiterbauelementen möglichst viele Verfahrensstufen noch am Halbleiterausgangskörper vor dessen Zerteilung in Halbleitertabletten durchzuführen und beim Zerteilen gleichzeitig eine Vielzahl von Einzelelementen zu erhalten. Der letzten Forderung entspricht die Verwendung von Gattervorrichtungen mit einer Anzahl paralleler Sägeblätter, von Einrichtungen zum Ritzen und Brechen oder von Laserstrahlgeräten zum Zerteilen von großflächigen Scheiben.

Jedoch sind auf diese Weise rationell nur vieleckscheibenförmige Einzelelemente erzielbar, bei welchen die Anbringung des Randprofils mit noch höherem Aufwand verbunden oder aber in Frage gestellt ist.

Die Herstellung von Halbleitertabletten mit definiertem Randprofil ist demzufolge mit bekannten, zur Massenfertigung bevorzugten Verfahren nicht in gewünschter Weise möglich.

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, bei dem Halbleitertabletten beliebiger geometrischer Form mit gewünschtem Randprofil in wirtschaftlicherer Weise herstellbar sind.

Die Lösung der Aufgabe besteht darin, daß ein großflächiger, zur Zerteilung in eine Anzahl von Halbleitertabletten vorgesehener Halbleiterausgangskörper, der mehrere Schichten unterschiedlichen Leitfähigkeitstyps sowie auf einer Seite eine durchgehende Kontaktelektrode und auf der an-

deren Seite durch die Geometrie seiner Zerteilung in ihrer gegenseitigen Anordnung bestimmte Kontaktelektrodenbereiche aufweist, auf beiden Seiten mit je einem Überzug eines ätzbeständigen, an sich bekannten Schutzlackes versehen wird, daß in die Schutzlackeschicht der mit Kontaktelektrodenbereichen versehenen Seite jeweils zwischen diesen Bereichen Aussparungen in einer die Zerteilung bestimmenden Anordnung und Ausdehnung angebracht werden, und daß für den Ätzprozess eine Mischung verwendet wird, die aus 70 bis 90 Volumteilen 50%iger Flußsäure, 5 bis 20 Volumteilen 96% bis 100%iger Salpetersäure und jeweils 1 bis 5 Volumteilen eines oder mehrerer Zusatzstoffe besteht, die gleichzeitig eine Polierätzung bewirken.

Bei der Erfindung wurde von der Erkenntnis ausgegangen, daß unter Voraussetzung konstanter Ätzmittelfaktoren wie Zusammensetzung, Temperatur und Strömungsverhältnisse die Abtragung an Halbleitermaterialien durch Ätzmittel um so intensiver ist, je höher die Störstellenkonzentration ist. Das bedeutet z.B. bei einer $pnpn^+$ -Schichtenfolge, wie sie bei steuerbaren Gleichrichterbauelementen vorliegt, eine intensive und großflächige Abtragung der hochdotierten n^+ -Emitterzone und eine langsamere und ein wesentlich flacheres Ätzprofil bildende Ätzung der an die Emitterzone angrenzenden, niedriger dotierten, p-leitenden Basiszone und, in entsprechender Weise, der hochohmigen, n-leitenden Mittelzone.

Unter Ausnutzung dieser Erkenntnis werden erfindungsgemäß in überraschend einfacher Weise ohne vorherige mechanische Bearbeitung Halbleitertabletten mit gewünschtem Randprofil für hohe Sperrspannungsbelastbarkeit erzielt.

Anhand der in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiele von Schichtenfolgen bei Halbleitertabletten wird die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens aufgezeigt und erläutert.

In Figur 1 ist ein achsialer Ausschnitt der bei steuerbaren Gleichrichtern in bekannter Form gegebenen Schichtenfolge mit einem durch Schleifen erzielten, auch als Doppelfacette bezeichneten Randprofil im Verlauf der Mantelfläche zwischen zwei Kontaktelektroden dargestellt. In Figur 2 ist ein Ausschnitt aus einem großflächigen Ausgangskörper mit durch den Angriff der Ätzflüssigkeit erzielten Ätzprofillinien zwischen zwei vorgesehenen Halbleitertabletten gezeigt, und in Figur 3 ist entsprechend der Darstellung in Figur 1 eine mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Vierschichtenfolge aufgezeigt. Für gleiche Teile sind in allen Figuren gleiche Bezeichnungen gewählt.

Die in Figur 1 dargestellte pn^n^+ -Schichtenfolge besteht aus einer niedrig dotierten, n-leitenden, mittleren Zone 1, je einer an deren beiden Seiten angrenzenden, höher dotierten, p-leitenden Zone 2 bzw. 3, wobei die Zone 3 die Basiszone für die nicht gezeigte Steuerelektrode darstellt, und aus der hochdotierten, n^+ -leitenden Emitterzone 4. Auf den beiden äußeren Zonen 2 und 4 ist je eine metallische Kontaktelektrode 12 bzw. 14 aufgebracht.

Das in bekannter Weise durch Schleifen erzielte Randprofil einer solchen Schichtenfolge zeigt im Verlauf zwischen den Kontaktelektroden 12 und 14 im Bereich des zwischen den Zonen 1 und 2 liegenden pn-Übergangs, der das Sperrverhalten der Struktur in Rückwärtsrichtung bestimmt, eine erste steilere Abschrägung, und im Bereich des folgenden pn-Übergangs, der das Sperrverhalten in Vorwärtsrichtung bestimmt, eine zweite, wesentlich flachere Abschrägung.

Der in der Figur 2 gezeigte Ausschnitt eines großflächigen Halbleiterausgangskörpers stellt den Bereich für die vorgesehenen, einander zugewandten Randzonen zweier benachbarter Halbleitertabletten dar. Auf der einen Seite weist der Ausgangskörper eine durchgehende Kontaktelektrode 12 auf

und auf der gegenüberliegenden Seite Elektrodenbereiche 14 entsprechend der vorgesehenen Ausbildung von Halbleitertabletten und der Zerteilung in solche.

Die Elektrode 12 ist durchgehend mit einer Schicht 22 eines ätzbeständigen Schutzlacks abgedeckt. Die mit Elektrodenbereichen 14 versehene Seite weist eine entsprechende Schutzlackschicht auf, die durch eine z.B. in der Mitte zwischen den Bereichen 14 angeordnete, beispielsweise streifenförmige Aussparung 25 unterteilt ist, so daß das Halbleitermaterial innerhalb der Aussparung 25 frei liegt.

Mit Ausnahme der jeweiligen Flächenbereiche für die nicht dargestellte Steuerelektrode und für etwaige Emitter-Kurzschlüsse ist auf der gesamten Fläche der Basiszone 2 die hochdotierte, n^+ -leitende Emitterzone 4 angeordnet. Ein solcher Schichtenaufbau ist mittels bekannter Maskentechnik problemlos erzielbar. Damit wird in allen Flächenbereichen, die zur Ausbildung von Halbleitertabletten mit gewünschtem Randprofil vorgesehen sind, eine gleichzeitige und gezielte Ätzbehandlung erreicht.

Ein solcher Aufbau wird nun einem Ätzprozess unterworfen, bei dem erfindungsgemäß eine Ätzlösung verwendet wird, die in einem Bearbeitungsgang sowohl die gewünschte Abtragung des Halbleitermaterials als auch eine polierende Behandlung der erzeugten Oberflächenabschnitte bewirkt. Diese speziell die Bearbeitung von Silizium als Halbleitermaterial betreffende Ätzlösung besteht aus 70 bis 90 Volumenteilen 50%iger Flußsäure und aus 5 bis 15 Volumenteilen 96%iger bis 100%iger Salpetersäure als Hauptkomponenten. Diese Substanzen werden zwar zur Herstellung von Ätzlösungen in der Halbleitertechnik bereits verwendet, jedoch nicht in der angegebenen Konzentration, die eine Lösung der eingangs genannten Aufgabe erreichen läßt. In Abhängigkeit von der Störstellenkonzentration wird mit einer erfindungsgemäßen Ätzlösung die Materialabtragung in Überraschen-

der Weise besonders verstärkt.

Diesen Hauptkomponenten werden gemäß der Erfindung Zusatzstoffe beige-fügt, die speziell polierende Wirkung auf die erzeugten Oberflächenschichten haben, so daß mit einer Ätzlösung ein vollständiger Ätzeffekt in rationellster Weise erzielt wird.

Als Zusätze werden vorteilhaft die an sich bekannten Substanzen Essigsäure, Perchlorsäure, Fluorkieselsäure und Borsäure verwendet, die jeweils in handelsüblicher Konzentration in einem Anteil von 1 bis 5 Volumenteilen allein oder zu mehreren den Hauptkomponenten zugesetzt werden. Günstige Ergebnisse wurden z.B. mit einer Mischung aus 75% Volumenteilen Flußsäure, 15 Volumenteilen Salpetersäure und je 5 Volumenteilen Essigsäure und Phosphorsäure erzielt.

Die Ätzzeit ist vom vorgesehenen Ätzprofil A, von der Ätzgeschwindigkeit der zu bearbeitenden, dotierten Schichten des Ausgangskörpers und von den spezifischen Ätzmittelfaktoren abhängig und muß bei einem ersten Ätzprozess mit der jeweiligen Ätzlösung empirisch ermittelt werden.

Beispielsweise wurde eine Siliziumscheibe mit einem in Figur 2 dargestellten Schichtenaufbau und mit einer Dicke von 300 μm in ca. 13 Minuten in gewünschter Weise durchgedätzt.

Das Verfahren wird in der Weise durchgeführt, daß eine entsprechend diffundierte und mit Elektroden versehene, großflächige Halbleiterscheibe beidseitig mit einem ätzbeständigen Überzug, z.B. aus Pizein, versehen wird, daß anschließend beispielsweise mittels Ritzen oder Laser auf der für die Abtragung vorgesehenen Seite, d.h. bei Schichtenfolgen mit pnpn^+ -Struktur, auf der n^+ -Seite, der Schutzlack gemäß einem vieleckförmigen Muster in geringer Breite entfernt wird, so daß zueinander parallele und

- 7 -

7

sich kreuzende Aussparungen 25 entstehen, und daß danach die Scheibe in eine erfindungsgemäße Ätzlösung eingebracht wird. Je nach Vorgabe des Randprofils können die Scheiben - vorzugsweise wird gleichzeitig eine größere Anzahl von Scheiben behandelt - durchgeätzt oder aber nach Ausbildung der Abschrägung im Bereich des der Basiszone zugeordneten pn-Übergangs in einem weiteren Verfahrensschritt durchgestüßt oder geritzt und gebrochen werden.

Außer den Ätzmittelfaktoren und der Dicke der dotierten Schichten des Ausgangskörpers bestimmt auch die Breite der Aussparung 25 die Ätzzeit und damit den Verlauf des Ätzprofils. Sie ist jedoch unkritisch und im wesentlichen, insbesondere bei Unterteilung des Ausgangskörpers in eine Vielzahl von Tabletten kleiner Flächenausdehnung, durch die Forderung nach geringstmöglichem Materialverlust bestimmt. Sie richtet sich ferner nach dem Verfahren, welches nach dem Aufbringen des Schutzlackes zur Ausbildung des Zerteilungsmusters verwendet wird. So kann die Aussparung 25 z.B. durch Laserstrahl oder durch Ritzen angebracht oder aber bereits beim Aufbringen des Schutzlackes im Siebdruckverfahren mit vorgesehen werden. Bei den dargestellten Schichtenfolgen kann die Breite ca. 50 bis 100 μm betragen.

In Figur 3 ist eine Schichtenfolge gemäß Figur 1 mit einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Randprofil dargestellt. Dabei ist der flache Abschnitt desselben im Verlauf der Basiszone 3 durch einen Ätzprozess gemäß der Erfindung und der steile Abschnitt im Verlauf der Schichten 1 und 2 durch Zerteilen mittels bekannter Vorrichtungen zum geradlinigen Trennen und durch anschließendes Nachätzen erzielt. Diese Kombination von Verfahrensschritten zur Herstellung eines definierten Randprofils stellt ebenfalls eine Lösung der eingangs genannten Aufgabe dar, weil der flache Profilabschnitt noch am Ausgangskörper erzeugt wird, weil der letztere hinsichtlich Flächennutzung und Bearbeitungs-

8

zeit optimal zerteilt wird und weil der anschließende Nachätzprozess an einer sehr hohen Anzahl von Tabletten gleichzeitig gezielt mit hoher Genauigkeit in an sich bekannten Ätzlösungen durchführbar ist. Diese Optimierung wird durch das erfindungsgemäße Verfahren erst ermöglicht.

Ein Randprofil mit flachem Abschnitt im Verlauf der Basiszone 3 und der mittleren Schicht 1 und mit steilerem Abschnitt im Verlauf der Schicht 2 wird durch einen ausschließlichen Ätzprozess mit einer erfindungsgemäßen Ätzlösung erzielt.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens bestehen darin, daß in einem Verfahrensschritt durch einen vollständigen Ätzeffekt wenigstens Einschnitte zur definierten Zerteilung eines großflächigen Halbleiterausgangskörpers in eine Anzahl von Halbleitertabletten und gleichzeitig in den Einschnitten jeweils ein definiertes Randprofil der Halbleitertabletten vor deren Trennung erzielt wird, daß die Zerteilung jeweils geradlinig möglich ist, und daß Randprofile an Halbleitertabletten beliebiger Flächenform reproduzierbar erzeugt werden können.

509887/0610

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Herstellen von Halbleitertabletten mit durch Ätzen erzielt, definierten Randprofil, d a d u r c h g e k e n n z e i c h - n e t,

daß ein großflächiger, zur Zerteilung in eine Anzahl von Halbleitertabletten vorgesehener Halbleiterausgangskörper, der mehrere Schichten (1, 2, 3, 4) unterschiedlichen Leitfähigkeitstyps sowie auf einer Seite eine durchgehende Kontaktelektrode (12) und auf der anderen Seite durch die Geometrie seiner Zerteilung in ihrer gegenseitigen Anordnung bestimmte Kontaktelektrodenbereiche (14) aufweist, auf beiden Seiten mit je einem Überzug (22,24) eines ätzbeständigen, an sich bekannten Schutzlackes versehen wird,

daß in die Schutzlacksschicht (24) der mit Kontaktelektrodenbereichen (14) versehenen Seite jeweils zwischen diesen Bereichen Aussparungen (25) in einer die Zerteilung bestimmenden Anordnung und Ausdehnung angebracht werden, und

daß für den Ätzprozess eine Mischung verwendet wird, die aus 70 bis 90 Volumteilen 50%iger Flußsäure, 5 bis 20 Volumteilen 96% bis 100%iger Salpetersäure und jeweils 1 bis 5 Volumteilen eines oder mehrerer Zusatzstoffe besteht, die gleichzeitig eine Polierätzung bewirken.

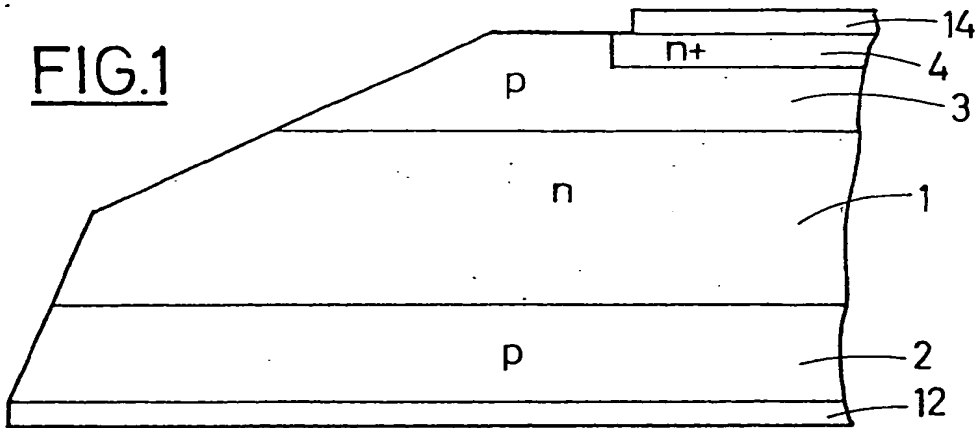
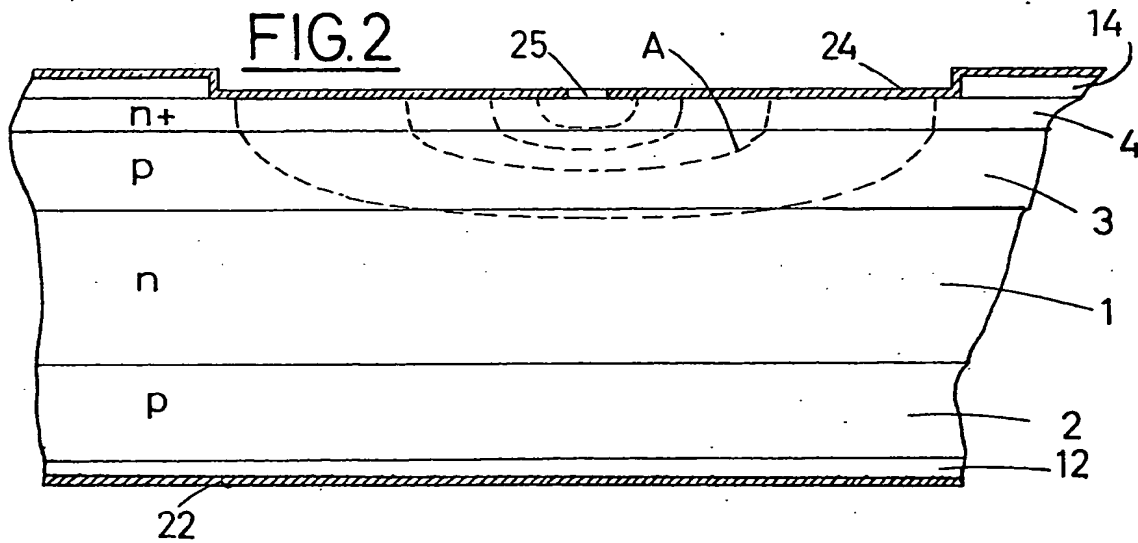
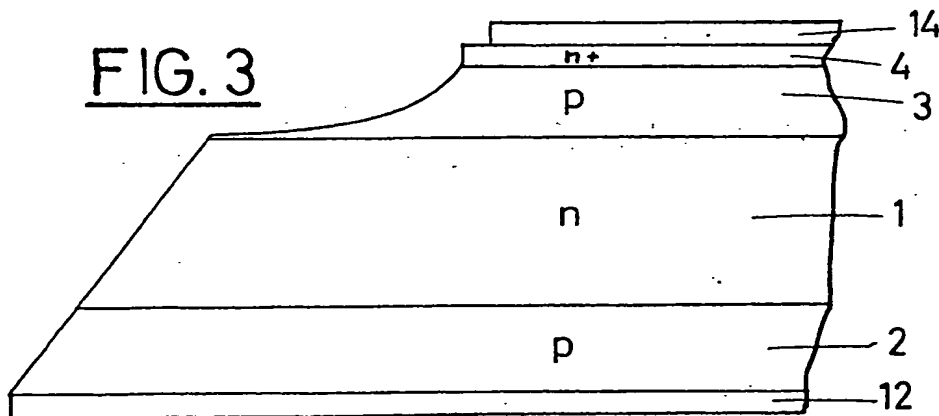
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Zusatzstoffe Essigsäure, Perchlorsäure, Fluorkieselsäure, Phosphorsäure und Borsäure in handelsüblicher Konzentration verwendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausgangskörper verwendet wird, der auf der mit Kontaktelektrodenbereichen versehenen Seite die als jeweilige Emitterzone der Halbleitertabletten dienende, allen Bereichen gemeinsame und zwischen denselben durchgehend

verlaufende, höchstdotierte Schicht (4) aufweist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleitertabletten in dem das Randprofil erzeugenden Verfahrensschritt durch Ätzen getrennt werden.

-11-

FIG.1FIG.2FIG.3

H01L 21-306

AT:01.08.1974 OT:12.02.1976

509887/0610